



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

**ANÁLISE DOS ÍNDICES DE EROSIVIDADE A PARTIR DE DADOS DE
PRECIPITAÇÃO DE POSTOS PLUVIOMÉTRICOS DO MUNICÍPIO
DE JOÃO PESSOA (PB)**

Thiago César Cavalcante de Vasconcelos

João Pessoa – PB

Setembro de 2013

Thiago César Cavalcante de Vasconcelos

ANÁLISE DOS ÍNDICES DE EROSIVIDADE A PARTIR DE DADOS DE
PRECIPITAÇÃO DE POSTOS PLUVIOMÉTRICOS DO MUNICÍPIO DE
JOÃO PESSOA (PB)

**Monografia apresentada à coordenação do
Curso de Geografia da Universidade
Federal da Paraíba, para obtenção do
grau de bacharel no curso de Geografia.**

Orientadora: Araci Farias Silva

João Pessoa – PB

Setembro de 2013

Catálogo na publicação
Universidade Federal da Paraíba
Biblioteca Setorial do CCEN

V331a Vasconcelos, Thiago César Cavalcante de.

Análise dos índices de erosividade a partir de dados de precipitação de
postos pluviométricos do município de João Pessoa (PB) Thiago César
Cavalcante de Vasconcelos. – João Pessoa, 2013.

50p. : il. –

Monografia (Bacharelado em Geografia) Universidade Federal da
Paraíba.

Orientadora: Profª. Ms. Araci Farias Silva.

1. Erosão. 2. Chuva - Erosividade. I. Título.

Termo de Aprovação

Thiago César Cavalcante de Vasconcelos

Monografia apresentada à coordenação do
Curso de Geografia da Universidade Federal
da Paraíba, para obtenção do grau de
bacharel no curso de Geografia.

Banca Examinadora

Prof.^a Araci Farias Silva (Universidade Federal da Paraíba)
Orientadora

Prof.^a Lígia Maria Tavares da Silva (Universidade Federal da Paraíba)
Examinadora Externa

Prof. Marcelo Oliveira Moura (Universidade Federal da Paraíba)
Examinador Interno

NOTA:_____

Agradecimentos

Agradeço, antes de tudo, ao meu Deus refúgio e fortaleza minha por proporcionar esse momento e etapa.

Agradeço a minha família, especialmente meus pais, Rafael e Marilene, e irmãos, Luan e Letícia, que são pessoas maravilhosas. Mereciam mais que algumas linhas, talvez incontáveis folhas.

Agradeço especialmente à minha querida avó Edith, “In Memoriam”, por ter acolhido e mostrar que as coisas mais simples são as mais importantes nessa vida.

As minhas tias Márcia e Germana, pelo acolhimento e carinho. A minha tia-irmã Evelyne por dividir conversas e carisma.

Agradeço a todos os meus amigos que me deram força nesse tempo em que vivi em João Pessoa. Hawick e Tiago pelo incentivo e ajuda. Aos novos conhecidos, Ana Tereza e Eduardo. A Secretaria de Meio Ambiente e aos colegas que lá fiz, ao Jair, Daniel, Júnior, Jurandi, Yohanna, Adna, Mayara, Alvino, Aline, Yuri, Moacir, Carmelo, Arinaldo, Rayana, Zayne e Sandra. São tantos...

E agradeço a professora Araci, pela paciência e confiança ao fazer esse trabalho.

“Vocês podem calar a minha voz, mas não os meus pensamentos!

Vocês podem acorrentar meu corpo, mas não a minha mente!

Não serei platéia dessa sociedade doente, serei autor da minha história!

Os fracos querem controlar o mundo; os fortes, o seu próprio ser!

Os fracos usam armas; os fortes, as ideias!”

(O Futuro da Humanidade/Augusto Cury)

Resumo

O presente trabalho consiste na quantificação e tratamento de dados de precipitação oriundos de postos pluviométricos localizados no município de João Pessoa (PB), para identificar o fator erosividade, ou seja, a capacidade da chuva em causar erosão. Os dados correspondem a quatro postos pluviométricos, desses, um é gerenciado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e os demais pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESPA). O fator erosividade ou (R), faz parte da Equação Universal de Perda de Solos (EUPS), revisada e atualizada por Wischmeier e Smith (1978), que propuseram equações para mensurar a intensidade da chuva em milímetros por hora e/ou numa intensidade máxima de trinta minutos. A dificuldade no monitoramento de dados em larga escala e ausência de diagramas de pluviógrafos, influenciou Lombardi Neto e Moldenhauer (1980), a mudarem o coeficiente proposto por Fournier (1960), elaborando assim, uma forma de determinar o índice de erosão médio anual a partir da soma dos valores mensais, princípio esse, adotado como metodologia para este trabalho. Dessa forma, foram calculados os índices médios de erosão (EI) mensais e anuais das precipitações entre 2002 e 2012 obtendo como resultados a energia cinética das chuvas, reconhecendo as áreas potencialmente vulneráveis quanto aos processos erosivos, tendo em vista solos descobertos ou desprovidos de vegetação.

Palavras-Chave: erosividade, precipitação, João Pessoa (PB).

Abstract

This work is the quantification and treatment of rainfall data derived from rain gauges located in the city of João Pessoa (PB), to identify the erosivity factor, i.e., the ability of rain to cause erosion. The data corresponds to four rain gauges, one is managed by the National Institute of Meteorology (INMET), and the other by the Executive Agency for Water Management in the State of Paraíba (EFSA). The erosivity factor, or (R), is part of the Equation Universal Soil Loss (USLE), revised and updated by Wischmeier and Smith (1978), who proposed equations to measure the intensity of rainfall in millimeters per hour and / or an intensity maximum thirty minutes. The difficulty in monitoring large scale data and absence of diagrams pluviographs influenced Lombardi Neto and Moldenhauer (1980), to change the coefficient proposed by Fournier (1960), thus elaborating a way to determine the average annual erosion rate of the from the sum of the monthly values, this principle was adopted as the methodology for this work. Thus, they calculated the average rates of erosion (El) monthly and annual rainfall between 2002 and 2012, obtaining as results the kinetic energy of rainfall, recognizing areas as potentially vulnerable to erosion, with a view or bare soils devoid of vegetation .

Keywords: erosivity, precipitation, João Pessoa (PB).

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	1
Lista de Siglas.....	1
Lista de Apêndices	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. ABORDAGEM CONCEITUAL.....	5
2.1. A erosão	5
2.1.1. Tipos de erosão	7
2.1.1.1. Erosão em lençol ou laminar.....	7
2.1.1.2. Erosão linear ou em sulcos	7
2.1.1.3. Feições Erosivas.....	8
2.2. Fatores condicionantes aos processos erosivos.....	9
2.2.1. Precipitação Pluviométrica – Chuva	9
2.2.2. Relevo.....	11
2.2.3. Solos	12
2.2.4. Vegetação e uso do solo	13
2.2.5. Suscetibilidade dos solos a erosão	14
2.3. Equação Universal de Perdas de Solo	15
2.3.1. Erosividade ou Fator R.....	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1. Área de estudo	18
3.2. Análise dos dados de precipitação.....	21
3.2.1. Coleta de dados	21
3.2.2. Tabulação de dados	22
3.2.3. Mensuração de dados	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	23

4.1. Médias mensais e anuais de precipitações dos postos pluviométricos	23
4.2. Médias mensais e anuais de índices médios de erosão dos postos pluviométricos	25
4.3. Comparativos anuais entre as precipitações e os índices médios de erosão	27
5. CONCLUSÃO	31
6. REFERÊNCIAS	33
APÊNDICES	37

Lista de Figuras

Figura 1. Velocidade de infiltração de água no solo de uma vertente	6
Figura 2. Representação de sulcos, ravinas e voçorocas.....	8
Figura 3. Normal climatológica acumulada para o período 1961-1990	10
Figura 4. Localização do município de João Pessoa (PB)	18
Figura 5. Mapa da localização dos postos pluviométricos.....	20
Figura 6. Pluviômetro – DFAARA (INMET).....	21
Figura 7. Pluviômetro – Marés (AESA)	21
Figura 8. Pluviômetro – CEDRES (AESA)	22
Figura 9. Pluviômetro – Mangabeira (AESA).....	22
Figura 10. Precipitações e El anuais para o posto pluviométrico 1	28
Figura 11. Precipitações e El anuais para o posto pluviométrico 2	29
Figura 12. Precipitações e El anuais para o posto pluviométrico 3	30
Figura 13. Precipitações e El anuais para o posto pluviométrico 4	31

Lista de Siglas

AESA – Agência Executiva de Gestão as Águas do Estado da Paraíba

EUPS – Equação Universal de Perdas de Solo

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Lista de Apêndices

APÊNDICE A – Tabela para cálculos dos índices médios de erosão no “EXCEL 2007”	38
APÊNDICE B – Tabela para valores de precipitações mensais, anuais e médias (mm.) – Posto Pluviométrico 1 – DFAARA (INMET)	38
APÊNDICE C - Tabela para valores de precipitações mensais, anuais e médias (mm.) – Posto Pluviométrico 2 – Marés (AESAs).....	39
APÊNDICE D – Tabela para valores de precipitações mensais, anuais e médias (mm.) – Posto Pluviométrico 3 – CEDRES (AESAs)	39
APÊNDICE E – Tabela para valores de precipitações mensais, anuais e médias (mm.) – Posto Pluviométrico 4 – Mangabeira (AESAs).....	40
APÊNDICE F – Tabela para índices médio de erosão mensais, anuais e médias em MJ.mm/ha.L. – Posto Pluviométrico 1 – DFAARA (INMET).....	40
APÊNDICE G – Tabela para índices médio de erosão mensais, anuais e médias em MJ.mm/ha.L. – Posto Pluviométrico 2 – Marés (AESAs).....	41
APÊNDICE H – Tabela para índices médio de erosão mensais, anuais e médias em MJ.mm/ha.L. – Posto Pluviométrico 3 – CEDRES (AESAs).....	41
APÊNDICE I – Valores para índices médio de erosão mensais, anuais e médias em MJ.mm/ha.L. – Posto Pluviométrico 4 – Mangabeira (AESAs).....	42

1. INTRODUÇÃO

A área de estudo escolhida para o trabalho de conclusão de curso foi o município de João Pessoa (PB), por apresentar precipitações elevadas (1.122,6 e 2.550,4 mm.) em comparação a municípios do interior do Estado, está inserido na zona quente e úmida do nordeste brasileiro.

A chuva, principal fator dos processos erosivos, ao atingir os solos pode ser representada pela energia cinética, também conhecida na Física como energia do movimento, onde num primeiro momento, dependendo da característica física de cada tipo de solo, pode acelerar a erosão. Para Guerra (2010, p. 18), “o estágio inicial é o “*splash*”, pois prepara as partículas que compõem o solo, para serem transportadas pelo escoamento superficial.” Esse e outros conceitos serão definidos ao longo do trabalho.

“A erosão produto final da interação chuva-solo é, portanto, uma resultante do poder da chuva em causar erosão e da capacidade do solo em resistir à erosão. O poder da chuva em causar erosão é chamado de erosividade e é função das características físicas da chuva.” (CREPANI *et al.*, 2004, p.17).

Segundo Guerra (2010), a energia cinética da chuva determina o potencial erosivo e depende das características das gotas de chuva, que variam no tempo e no espaço. Para entender melhor o comportamento dessa dinâmica, se faz mister a descrição e definição de alguns conceitos e equações.

É nesse contexto que a erosividade representada pelo fator (R), da Equação Universal de Perda de Solos (EUPS) foi revisada e atualizada por Wischmeier e Smith (1978), que propuseram equações para mensurar a intensidade da chuva em milímetros por hora e/ou numa intensidade máxima de trinta minutos obtidos por diagramas de pluviógrafos.

A dificuldade no monitoramento de dados em larga escala e ausência de diagramas de pluviógrafos, influenciou Lombardi Neto e Moldenhauer (1980), a mudarem o coeficiente proposto por Fournier (1960), elaborando assim, uma forma de determinar o índice médio de erosão anual a partir da soma dos valores mensais. “Por essa definição, o potencial de erosão de uma chuva é função do solo, do declive e das características da chuva.” (LOMBARDI NETO E MOLDENHAUER, 1992, p.1).

Para Bertoni e Neto (2005), quando se trata de perdas de solo em uma determinada área, a distribuição das chuvas erosivas, bem como o valor anual do índice de erosão representado pela expressão EI , encaminha para um resultado relativo à energia cinética em Megajoule-milímetro-de-chuva por hectare-litro (MJ.mm/ha.L.).

Assim, faz necessário analisar os índices médios mensais e anuais de erosão, comumente conhecido como erosividade, expressando valores de energia cinética das chuvas para o município de João Pessoa (PB), em diferentes pontos da área estudada, enfatizando que a aplicação dessa metodologia é para solos desprovidos de vegetação.

Os dados trabalhados correspondem às precipitações mensais referente a uma série temporal entre os anos de 2002 e 2012, a fim de se chegar ao índice médio mensal e anual de erosão, para obter valores da energia cinética das chuvas, corroborando assim, no controle da erosão e sua intensidade distribuídos e representados por quatro postos pluviométricos, onde um é gerenciado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e os demais pela Agência Executiva das Águas do Estado da Paraíba (AESA).

Diante da problemática sobre os impactos dos processos erosivos, tendo como principal fator a chuva, sua intensidade e energia cinética sobre os solos desprovidos de vegetação do município de João Pessoa (PB), **quais são os índices médios mensais e anuais de erosão? Quais são os postos pluviométricos que emitiram números expressivos quanto à erosividade? Quais os anos em que o índice médio anual foi maior? Em qual região do município?**

É do interesse do poder público tomar ciência dos pontos onde os índices médios de erosão são significativos e sua relação com as precipitações no decorrer de onze anos, bem como, para implementar medidas preventivas em áreas suscetíveis (solos sem cobertura vegetal) à processos erosivos dentro do município, auxiliando também no monitoramento de áreas de risco, gerenciamento de áreas degradadas, em recuperação, dentre outros.

2. ABORDAGEM CONCEITUAL

Todo solo apresenta maior ou menor resistência à erosão, que pode ser afetada pela precipitação em forma líquida, denominada de chuva. Essa apresenta uma distribuição diferenciada, quer seja por proximidade ou distância ao mar, pela latitude, altitude, em áreas com a ausência ou não de vegetação, dinâmica das massas de ar etc.

Dentre os aspectos relacionados ao problema da erosão, será abordado o fator R ou erosividade, que é a capacidade da chuva em causar erosão e faz parte da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS). Esse fator quantifica o índice médio de erosão mensal e anual (EI), para os postos pluviométricos localizados na área de estudo.

Para isso, é necessário refutar o conceito de erosão, seu processo inicial e formas, perpassar pelos fatores que o condicionam, o principal agente que é a chuva com valores relacionados à energia cinética exercida em um solo desprovido de vegetação até entender a relação entre os valores de precipitação e do EI.

2.1. A erosão

O conceito de erosão no meio acadêmico é muito utilizado nas Ciências Ambientais e da Terra, sendo muito relevado e debatido pela Geomorfologia, no que condiz a influência de fatores exógenos no modelado da superfície terrestre.

A erosão do solo é um fenômeno que tem preocupado o homem nas últimas décadas, despertando grande interesse de muitos pesquisadores no que se refere às causas que levam a sua origem, evolução e controle, em razão desta atingir e inutilizar extensas áreas de terras, levando até mesmo, a uma descaracterização completa do meio físico. (PEDRO E LORANDI, 2004).

Para Lima (2003), ao analisar o fenômeno da erosão deve-se considerar as condições de uso da terra, fazendo um planejamento, bem como definindo as medidas de conservação. Para o mesmo autor, existem dois tipos de erosão quanto a sua intensidade, a erosão geológica ou natural e a erosão acelerada, que constitui em parte pela intervenção humana.

De acordo com Bigarella, 2003 *apud* Cunha, 2006, p. 14, o conceito de erosão está ligado ao “processo de desgaste da superfície do terreno com a retirada e transporte de grãos

minerais, que atua através de vários processos intempéricos¹ e pela ação da água, principalmente.”

Segundo Guerra (2010 p. 18), “o processo erosivo inicia-se com a ação do “*splash*” conhecido por salpicamento, sendo o estágio mais inicial, pois prepara as partículas que compõem o solo para serem transportadas pelo escoamento superficial.” (Figura 1).

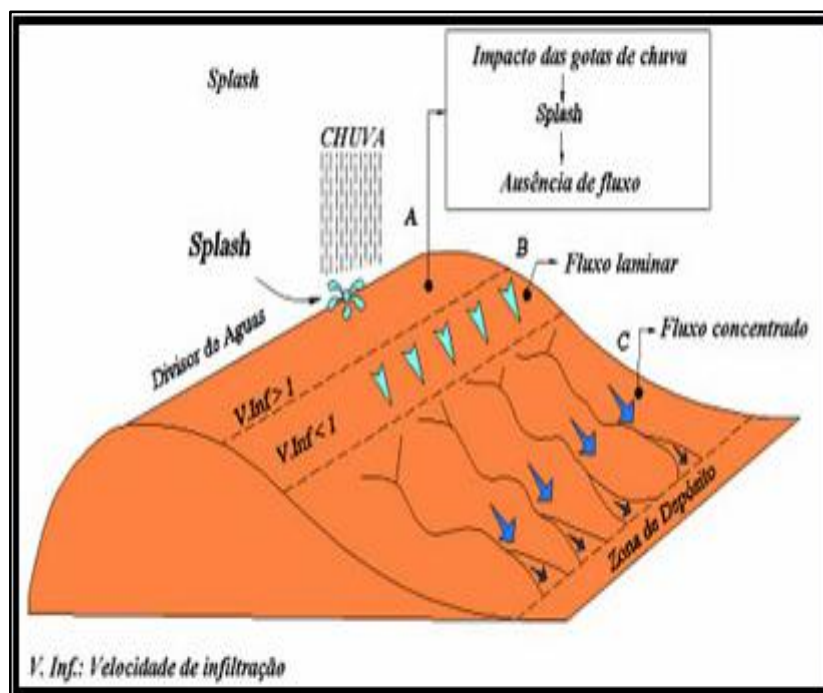


Figura 1. Velocidade de infiltração de água no solo de uma vertente.
Fonte: Casanellas, 1994 *apud* Mafra, 2010.

Dessa forma, a dinâmica erosiva se estabelece a partir de um agente erosivo muito importante que é a chuva que pode ou não ser concentrada e, ao mesmo tempo, se comportar diferentemente em solos variados, desde arenosos até os argilosos.

Outro fator bastante importante na atenuação da dinâmica erosiva é a vegetação que, dependendo do tipo de cobertura, intercepta a água da chuva numa determinada topografia apresentando certo grau de proteção.

Assim, a ação mecânica da chuva com sua intensidade e atuação, além de ocasionar o salpicamento, quebra os agregados, forma as crostas, sela os solos, diminui a taxa de infiltração, forma poças e dá-se então início ao processo de escoamento superficial. Esse

¹ Processos intempéricos ou intemperismo é o conjunto de processos mecânicos, químicos e biológicos que ocasionam a desintegração e decomposição das rochas. (GUERRA E GUERRA, 2011, p. 354).

escoamento ocorre num primeiro momento em lençol, em seguida, linearmente produzindo alterações no modelado do relevo.

2.1.1. Tipos de erosão

2.1.1.1. Erosão em lençol ou laminar

A erosão em lençol ou laminar ocorre a partir da remoção de camadas delgadas do solo, sendo um escoamento superficial disperso pela encosta, não se concentrando em canais. Assim, o papel do fluxo laminar aumenta gradativamente com o volume de água escoada. (LIMA, 2003).

Para Guerra (2010, p. 30), “a água que se acumula nas depressões do terreno começa a descer pela encosta quando o solo está saturado e as poças não conseguem mais conter essa água. Ainda para ele, esse fluxo é difuso, ou seja, um escoamento em lençol (sheetflow).”

Assim, esse tipo de erosão, ocorre em diversos tipos de terreno com características topográficas diferenciadas, antecedendo a erosão linear ou em sulcos, notadamente nas primeiras camadas do solo saturado, não se localizando inicialmente. Como as gotas de chuva variam no tempo e no espaço, esse tipo de escoamento em lençol evolui para a erosão linear originando os sulcos.

2.1.1.2. Erosão linear ou em sulcos

Para Guerra (2010), a erosão linear é um estágio em que se concentra o fluxo de água em canais pequenos da encosta, onde a velocidade diminui e o fluxo aumenta. Ainda para ele, os pequenos canais que estão se formando são embriões das futuras ravinas.

De acordo com Fournier, 1960 *apud* Lima, 2003, a enxurrada proporciona pequenas irregularidades no terreno, formando assim, filetes que se escoam seguindo aproximadamente a linha de maior declividade da encosta.

Sendo assim, esse tipo de escoamento superficial já não é mais difuso e sim concentrado, ou seja, toda a energia da água se concentra de forma a direcionar o transporte do material, ficando nítido o escoamento linear.

2.1.1.3. Feições erosivas

Resultantes da ação erosiva, as feições erosivas são identificadas visualmente na área atingida pelo escoamento superficial, apresentando diferentes níveis de formas no relevo, podendo ser caracterizadas como ravinas (sulcos) e voçorocas ou boçorocas.

Para Oliveira (2010, p. 58), “as ravinas e voçorocas podem ser caracterizadas como incisões que resultam da tendência de sistemas naturais a atingir um estado de equilíbrio entre energia disponível e eficiência do sistema em dissipar energia.” Para o autor, não existe um consenso internacional quanto à mensuração, sendo que, no contexto nacional as ravinas são consideradas incisões com menos de 50 centímetros e as voçorocas incisões com largura e profundidade superiores a 50 centímetros.

Guerra e Guerra (2011), conceituam ravina como pequeno canal produzido no terreno por influência de trabalho erosivo, e voçoroca como um rasgo profundo no solo ou em rocha que passou por decomposição influenciada pelo escoamento superficial e em alguns casos subsuperficiais.

De acordo com Salomão (2010), sulcos e ravinas são diferenciados devido à erosão linear em forma de canal, originada pelo escoamento concentrado e, que os sulcos ou ravinamento, ao se aprofundarem atingem grandes dimensões se tornando uma voçoroca. (Figura 2).

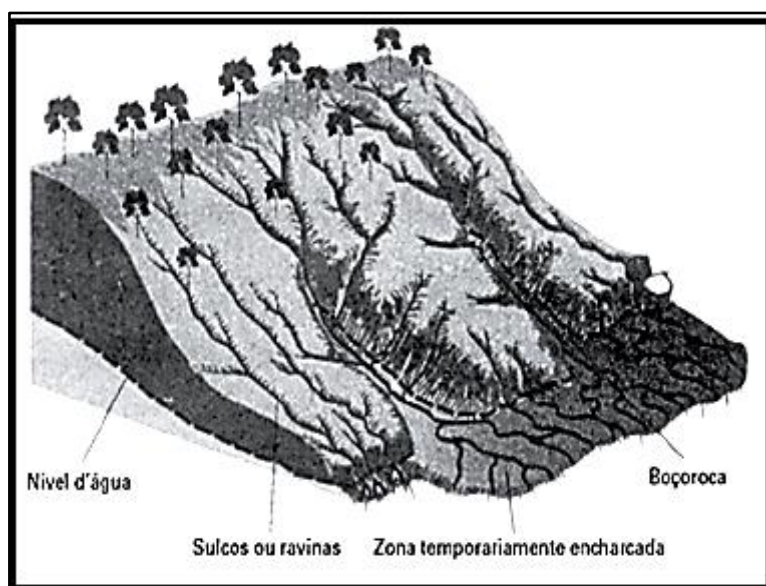


Figura 2. Representação de sulcos, ravinas e voçorocas

Fonte: Decifrando a Terra, 2009

Esses processos-formas ocorrem posteriormente ao salpicamento, saturação, fluxo laminar e linear podendo variar de acordo com o tipo de solo, declividade do terreno e da ausência ou não de vegetação.

Sendo assim, além de uma ravina se interligar com outra e ocasionar ravinamento, pode ainda evoluir para uma voçoroca proporcionando a degradação dos solos.

2.2. Fatores condicionantes aos processos erosivos

2.2.1. Precipitação Pluviométrica

O conceito de precipitação está relacionado à concentração de águas que surgem a partir do vapor d'água na atmosfera, em estado líquido ou sólido ao cair na superfície terrestre. Dessa forma, existem vários tipos de precipitação, como a chuva, o granizo e a neve. (ALMEIDA, 1972).

Quando se trata de região tropical a precipitação que mais interessa é em forma de chuva, pois é fundamental na manutenção hídrica e também devido à demanda pela água em seus diversos usos. (CALASANS *et al.*, 2002). De acordo com Almeida (1972, p. 50), “o ar quente e úmido, elevando-se por expansão adiabática² se resfria até atingir seu ponto de saturação. Uma parte do vapor d'água se condensa sobre os núcleos de condensação, formando então as nuvens³.”

De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 66), “as nuvens são formadas por gotículas d'água em suspensão no ar, com diâmetros variando de 10 a 100 micrômetros – contendo cada metro cúbico cerca de 100 milhões delas – e por cristais de gelo, que tendem a ser um pouco maiores que as gotículas d'água.”

²Movimentos verticais do ar, para que as nuvens sejam formadas, envolvendo alterações na densidade da coluna de ar considerada, que levam a mudanças de temperatura sem que haja perda ou ganho de energia com o ar circundante. (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 63).

³ As nuvens são classificadas em famílias e também de acordo com a altura de suas bases em relação ao nível do solo em: Nuvens altas (7 km da superfície) – Cirrus e Cirruscumulos; Nuvens médias (2 e 7 Km da superfície) – Altocumulus e Altostratus; e Nuvens baixas (<2 Km) – do tipo Cumulos, Stratus, Stratuscumulos e Nimbostratus. (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A partir desse entendimento, Silva e Adelmo (2001, p.390), conceituam chuva como sendo “a precipitação de gotas de água com diâmetro superior a 0,5 cm. Chuvas muito intensas, que normalmente duram pouco, são conhecidas como aguaceiros.”

Os tipos de chuvas variam muito em diferentes regiões do planeta devido à dinâmica das massas de ar e a fatores como latitude, altitude, distância em relação ao mar ou a outros corpos hídricos e disposição do relevo. No caso do Brasil a precipitação é distribuída de forma não homogênea em cada região e em períodos diferentes (Figura 3).

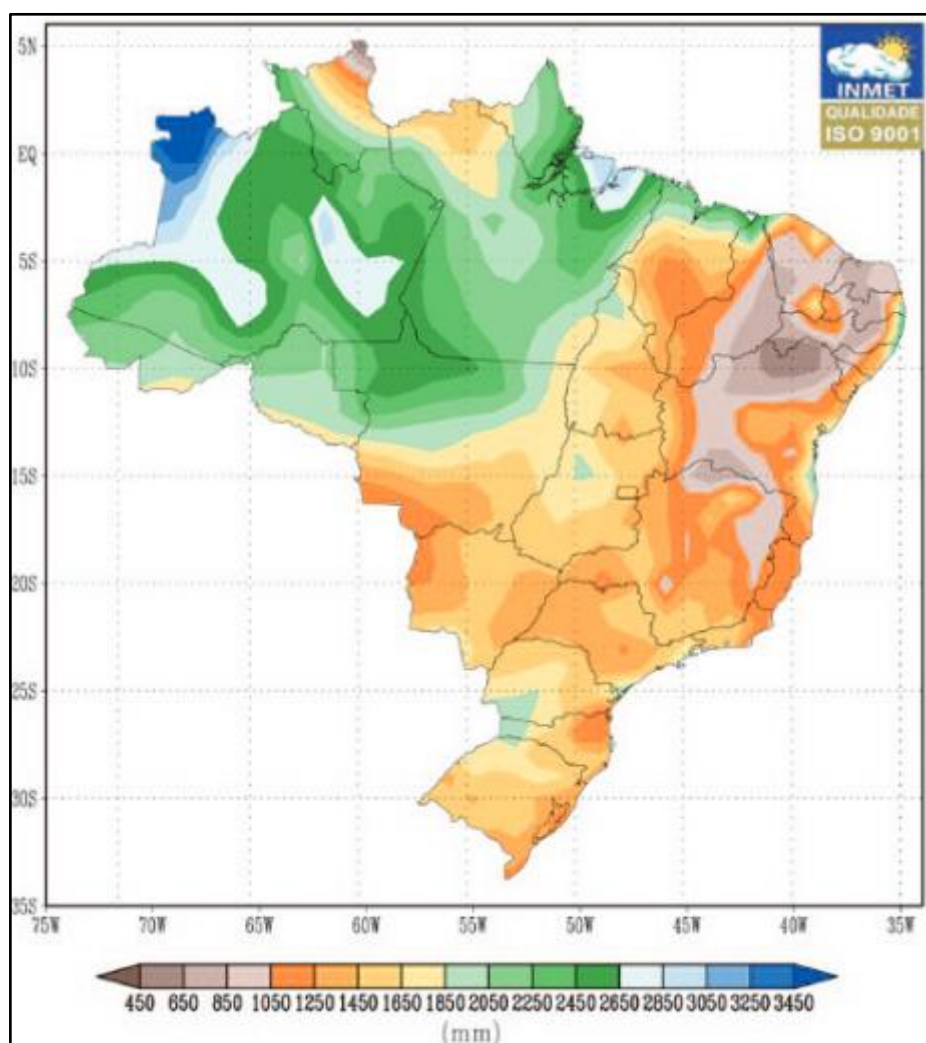


Figura 3. Normal climatológica da precipitação acumulada anual para o período 1961-1990.
Fonte: INMET, 2013.

Para Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 71), de acordo com a origem e pelo tipo de processo que controla os movimentos ascencionais propulsores das nuvens, as chuvas são classificadas:

“Chuva de origem térmica ou convectiva: ocorrem nas células convectivas. Os movimentos verticais que caracterizam a célula de convecção resultam do acentuado aquecimento de dada coluna de ar úmido, que é forçada a se expandir, ascendendo para níveis superiores da Troposfera, onde se resfria adiabaticamente. Chuva de origem orográfica ou de relevo: ocorrem por ação física do relevo, que atua como uma barreira à advecção livre do ar, forçando-o a ascender. Chuva de origem frontal: as frentes estão associadas à formação de nuvens pela ascensão de ar úmido ao longo de suas rampas.”

Dessa forma, quando se trata do transporte de materiais constituintes do solo, o principal fator é a chuva. Uma variável ímpar para que ocorra o escoamento superficial em seus variados graus de atuação na superfície terrestre, sendo considerada como fator exógeno importante e mensurada através de pluviômetros e/ou pluviógrafos que expressam os valores em milímetros.

Para Lima (2003), o impacto das gotas da chuva no solo condiciona o desprendimento de partículas e até mesmo provoca seu deslocamento, especialmente quanto à sua intensidade, volume e frequência.

Segundo Guerra (2010), além da energia cinética da chuva proporcionar a ruptura dos agregados do solo, sua intensidade está relacionada em função da duração, massa, tamanho e velocidade.

“Chuvas torrenciais ou pancadas de chuvas intensas, como trombas-d’água, constituem a forma mais agressiva de impacto da água no solo. Durante esses eventos a aceleração da erosão é máxima.” (SALOMÃO, 2011, p. 232).

2.2.2. Relevo

O relevo se comporta como principal elemento quando se analisa a erosão, pois potencializa o processo. A declividade da vertente e a sua geometria (concavidade, convexidade, retilinearidade) exercem influência sobre o volume e a velocidade da enxurrada. (LIMA, 2003).

Para Ross (2011, p. 308), “todo relevo terrestre pertence a uma determinada estrutura que o sustenta e mostra um aspecto escultural que é decorrente da ação do tipo climático atual e pretérito que atuou e atua nessa estrutura.”

De acordo com Palmieri e Larach (2011, p. 72), “o relevo refere-se à configuração superficial da crosta terrestre e afeta o desenvolvimento dos solos, principalmente, pela influência sobre a dinâmica da água, erosão, microclimas e por conseguinte, na temperatura do solo.”

Dessa forma, o relevo ou a superfície terrestre sofre modificações no decorrer do tempo devido aos fatores endógenos e exógenos. Contribuindo, assim, para a formação do material oriundo da rocha matriz e que sob esses fatores é produzido. O material oriundo e trabalhado pelos agentes internos e externos seria o solo.

É importante destacar o papel do relevo quanto à forma em diferentes níveis, principalmente na questão da erosão que pode ocorrer de forma natural ou ser influenciada pelos fatores antrópicos.

2.2.3. Solos

O solo é outro elemento natural a ser considerado, pois é ele que faz a interface entre a litosfera (no sentido geoquímico) e a biosfera, porque permite o crescimento das plantas, formando-se a partir da decomposição da rocha durante o intemperismo, passando a ser parte acamada superior do regolito⁴. (FONSECA, 2010).

Para Palmieri e Larach (2011), o solo é formado por um conjunto de corpos naturais tridimensionais, resultante da ação integrada entre o clima e os organismos sobre o material de origem, sendo condicionado pelo relevo no decorrer do tempo.

De acordo com IBGE (2007, p. 31), “o solo é a coletividade de indivíduos naturais, na superfície da Terra, eventualmente modificado ou mesmo construídos pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre.”

A partir da decomposição do material orgânico do solo que passa a ser depositado e processado se constituem camadas ou zonas mais ou menos paralelas à superfície, chamadas de horizontes. (PALMIERI E LARACH, 2011).

⁴Regolito é o material decomposto que repousa sobre a rocha-matriz sem ter sofrido transporte. O material do regolito é um resíduo que não sofreu ainda o processo da edafização. (GUERRA E GUERRA, 2011, p. 525).

Por fim, vários são os conceitos, mas todos convergem para a rocha matriz que o origina, ao sofrer ação direta do intemperismo físico/químico e ao mesmo tempo tendo relação direta com os organismos ou a vida que se desenvolve.

2.2.4. Vegetação e uso do solo

A vegetação é outro elemento de importância ímpar na redução do processo erosivo, servindo de proteção contra a ação da chuva e consequente formação de canais erosivos. Assim, serve como um tipo de “amortecedor”, não deixando o solo desprotegido, interceptando a ação mecânica direta da chuva, facilitando a infiltração da água devido às raízes.

“A presença de vegetação tende a estabilizar o solo e a reduzir a taxa de deslizamento. Nas áreas onde a vegetação é densa e enraizada superficialmente, o movimento máximo pode de fato acontecer imediatamente abaixo da camada da superfície das raízes.” (FONSECA, 2010, p.177).

Dessa forma, a densidade vegetal além de reduzir o processo erosivo desde a ação do “*splash*”, reduz a taxa de precipitação favorecendo a taxa de infiltração, ou seja, o tempo gasto para que ocorra o escoamento superficial é reduzido ou evitado devido à cobertura vegetal.

Para Lima (2003), a ação das chuvas sobre o solo de uma encosta desprotegida ocasiona maior desagregação e transporte de partículas, assim como o selamento superficial pelas partículas finas, reduzindo a infiltração.

Segundo Mafra (2010), existe o trinômio água-solo-planta e que quando a cobertura vegetal ou a planta é eliminada ocorre um desequilíbrio, alterando assim a estrutura do solo e a não acumulação de matéria orgânica.

“Sabe-se que para o conhecimento das reais potencialidades e limitações de uso e ocupação de uma determinada área é preciso levantar dados acerca dos atributos físicos como clima, geologia, relevo, solos, rede de drenagem e vegetação.” (BOTELHO, 2010, p. 277).

Dessa maneira, ao se fazer referência quanto ao uso do solo, além dos fatores naturais envolvidos, existe para cada tipo, variados usos como: produção de alimentos, infraestrutura, reserva legal, área de conservação etc.

2.2.5. Suscetibilidade dos solos a erosão

A suscetibilidade dos solos está diretamente ligada a sua formação, peculiaridades físicas e químicas sob a influência do clima característico de cada região, ou seja, é a relação entre as características de cada solo a determinadas intensidades de chuva apresentando maior ou menor resistência aos atores do processo erosivo.

Guerra e Botelho (2011), em trabalho sobre erosão, apontam as principais classes de solos quanto à suscetibilidade: Latossolos, Podzólicos, Terra Roxa/Estruturada, Bruno não-cálcico, Planossolo, Cambissolo, Plintossolo, Gleissolo, Vertissolo, Solo Litólico, Regossolo, Areias Quartzosas e Solo Aluvial.

Lima (2003, p. 15), afirma que “os que exercem maior influência na resistência do solo à erosão são: a textura, a estrutura (estabilidade dos agregados), a infiltração, a permeabilidade e a capacidade de armazenamento de água, e o conteúdo de matéria orgânica.” Para ele, solos arenosos são mais porosos sem apresentar problemas enquanto solos argilosos apresentam baixa capacidade de infiltração. A tabela 1 mostra algumas classes de solos frágeis quanto à erosão.

Tabela 1 – Classes de Fragilidade dos Tipos de Solos. Fonte: Ross (2011).

CLASSES DE FRAGILIDADE	TIPOS DE SOLOS
1 – Muito Baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Escuro e Vermelho-Amarelo textura argilosa
2 – Baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho-Amarelo textura média/argilosa
3 – Média	Latossolo Vermelho-Amarelo, Terra Roxa, Terra Bruna, Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/argilosa
4 – Forte	Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/arenosa e Cambissolos
5 – Muito Forte	Podzolizados com cascalhos, Litólicos e Areias Quartzosas

“Os solos Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Roxo são considerados resistentes à erosão, possuindo um baixo valor, enquanto os Podzólicos e os Litólicos são altamente susceptíveis aos processos erosivos, apresentando valores elevados.” (PARANÁ, 1995 *apud* PEDRO E LORANDI, 2004, p. 35).

2.3. Equação Universal de Perdas de Solo

As primeiras equações de predição de perdas de solo surgiram a partir de 1940 na região do Corn Belt nos Estados Unidos. Em 1950, após o desenvolvimento e a junção de equações elaboradas por diversos pesquisadores surge a Equação Universal de Perdas de Solo, conhecida como EUPS.

No ano de 1978, Wischmeier e Smith, atualizaram-na inserindo novos dados relativos aos fatores que a compõem facilitando sua aplicação para outras regiões em uma escala universal. (BERTONI E LOMBARDI NETO, 2005).

Dessa forma, Guerra e Botelho (2011), afirmam que existe um modelo mais recente, o WEPP (Water Erosion Prediction Project), e também foi desenvolvido nos Estados Unidos para substituir a Equação Universal de Perdas de Solo, ou seja, o modelo EUPS (USLE – Universal Soil Loss Equation).

Para Salomão (2010, p.236), “a determinação dos valores de perda de solo provocados pela erosão laminar, representados em t/ha, é realizada a partir do cálculo dos índices de cada componente da equação.” Os fatores para quantificação de perdas de solo por erosão laminar de acordo com o modelo EUPS, desenvolvida por Wischmeier e Smith, 1965 *apud* Bertoni e Lombardi Neto, 2005, é expresso (Equação 1):

$$A = R K L S C P \quad (1)$$

Onde:

A = índice que representa a perda de solo por unidade de área;

R = índice de erosividade;

K = índice de erodibilidade;

S = índice relativo à declividade da encosta;

C = índice relativo ao fator uso e manejo do solo;

P = índice relativo à prática conservacionista adotada.

Para Lima (2003, p.19), “os modelos nos ajudam a entender as relações de causa e efeito, envolvendo agentes e fatores que estão relacionados aos processos de erosão dos solos.

São também usados para identificar lacunas do conhecimento que devem ser supridas através de pesquisas.”

2.3.1. Erosividade ou Fator R

A erosividade é um dos fatores da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) e está fundamentada na ação da chuva em causar erosão. As chuvas apresentam determinadas intensidades e quando mensuradas, registram a energia cinética produzida numa determinada área desprovida de vegetação sujeita a processos erosivos.

Segundo Crepani *et al.* (2004), a causa fundamental da denudação é a ação da chuva agindo inicialmente sobre as rochas provocando o intemperismo, e mais tarde sobre o solo removendo-o pela erosão hídrica.

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2005), os estudos de perda de solos estão associados às características de chuva, essa última, por ser inconstante, difere dos demais fatores da EUPS apresentando duas peculiaridades: sua energia cinética total e sua intensidade máxima em trinta minutos.

Dessa forma, Wischmeier e Smith (1978), citados por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), elaboraram duas equações para se chegar aos valores da energia cinética que é expressa em Megajoule/hectare-milímetro de chuva (Equação 2), e aos valores de intensidade máxima em trinta minutos (Equação 3), passíveis de serem calculados mediante as análises dos diagramas de pluviógrafos.

$$Ec = 0,119 + 0,0873 \log I \quad (2)$$

Onde:

Ec = energia cinética em megajoule por hectare-milímetro de chuva;

I = intensidade de chuva em milímetro por hora.

$$El_{30} = Ec \times I_{30} \quad (3)$$

Onde:

El₃₀ = índice de erosão em Megajoule-milímetro por hectare-hora;

I_{30} = intensidade máxima em 30 minutos, em milímetro por hora.

A erosividade ou fator R pode ser calculada mediante a média mensal e anual do índice de erosão, que por sua vez, é representado pelo símbolo “El” (Equação 4), sendo esta, utilizada para análise da erosividade do trabalho em pauta. Devido à ausência de diagramas de pluviógrafos para análise de valores referentes à energia cinética das chuvas erosivas, Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), ao fazerem correlação da erosividade das chuvas e sua distribuição com perdas de solo em Campinas – SP, utilizaram o coeficiente de chuva proposto por Fournier, 1960 *apud* Lombardi Neto e Moldenhauer, 1980, com algumas modificações (Equação 5).

$$El = 67,355 (r^2/P)^{0,85} \quad (4)$$

Onde:

El = média mensal do índice de erosão; MJ. Mm/ha.L;

r = precipitação média mensal em milímetros;

P = precipitação média anual em milímetros.

$$Cc = (r^2/P) \quad (5)$$

Onde:

Cc = coeficiente de chuva em milímetro;

r^2 = precipitação média mensal em milímetro;

P = precipitação média anual em milímetro.

Para Guerra (2010, p.19), “existem vários parâmetros para mensurar a erosividade, podendo ser destacados: o total de precipitação, a intensidade da chuva, o momento e a energia cinética.” O mesmo autor, ainda cita que o problema central é escolher o mais adequado e que quanto maior a energia cinética de uma chuva maior a exposição do solo.

Para Cunha e Guerra (2011), a energia cinética prediz a perda de solo devido à velocidade da gota de chuva, sendo uma energia que ocorre devido ao movimento translacional de um corpo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

Aspectos ambientais

O município de João Pessoa (PB), localizado entre a linha do Equador e o Trópico de Capricórnio, na região Nordeste do Brasil, está na longitude O 34°51'40" e latitude S 7°6'55", conferindo-o como extremo oriental das Américas. (Figura 4).

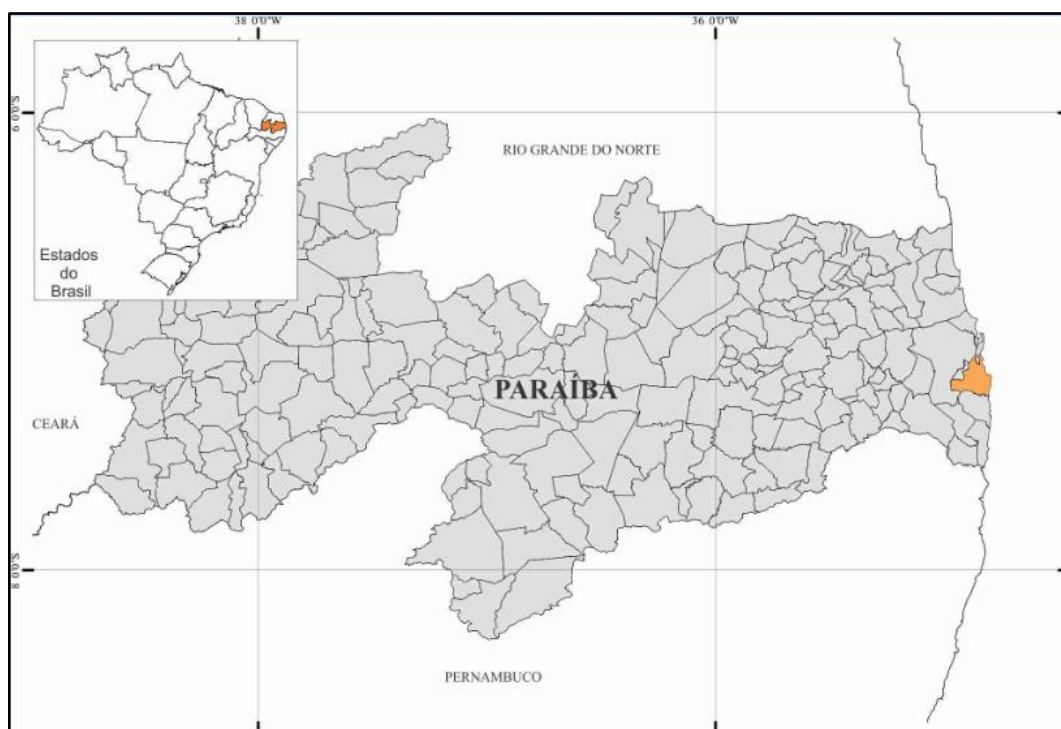


Figura 4. Localização do município de João Pessoa (PB).

Fonte: Autor, 2013.

De acordo com a classificação climática de Köppen, seu limite está na zona de clima tipo A, quente e úmido com chuvas de outono-inverno, apresentando precipitações entre 1.200 e 1.800 mm e médias superiores a 22°C. (MOREIRA, 2006).

A geologia da área de estudo retrata da era cenozóica, onde “a representação consiste em arenitos variegatos, na maioria pouco consolidados, constituintes do Grupo Barreiras, além de areias que constituem as planícies marinhas formadoras das praias, mangues e leito dos rios.” (ASSIS, 1985, p.22).

De acordo com o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica elaborado pela Prefeitura Municipal de João Pessoa (2012, p. 41), os recursos hídricos do município são representados por mananciais de superfície e de subsuperfície, de forma que:

A rede de sistemas hidrográficos superficiais é representada pelos rios Paraíba, Sanhauá, Jaguaribe, Cuiá, Gramame, Cabelo, Aratu, Jacarapé e Mumbaba, além de outras sub-bacias. As condições hidrogeológicas que imperam no município estão condicionadas exclusivamente pelos sedimentos das Formações Barreiras, Gramame e Beberibe, que favorecem a formação de aquíferos com características bem distintas, quanto à vazão, qualidade da água e profundidade.

Por apresentar condições de umidade favoráveis aparecem diversas formações vegetais como campos de várzea, florestas (matas e mangues), cerrados, praias e etc. Parte da Mata Atlântica que recobria antes a extensão do litoral encontra-se hoje bastante reduzida. (LIMA, 1985).

O relevo da área estudada comporta parte da baixada litorânea com altitudes que variam de 0 a 40 metros e os baixos planaltos costeiros (Tabuleiros) com altitudes de até 300 metros. (FELICIANO E MÉLO, 2003).

Os solos que recobrem o relevo no sentido leste-oeste são arenosos nas restingas e praias, aluviais nas várzeas, salinos e encharcados nos mangues. Em direção aos tabuleiros costeiros oriundos dos sedimentos do Grupo Barreiras, encontram-se solos do tipo podzol⁵, lateríticos⁶ (latossolos) e lixiviados⁷. (MELO E SILVA, 1985).

⁵ Grupo zonal de solos de coloração cinza com ocorrência em florestas temperadas. (GUERRA E GUERRA, 2011).

⁶ Grupo zonal de solos de coloração avermelhada nas regiões intertropicais de clima úmido. (GUERRA E GUERRA, 2011).

⁷ Processo que sofrem as rochas e solos, ao serem lavados pelas águas das chuvas. (GUERRA E GUERRA, 2011, p. 400).

Postos Pluviométricos

A precipitação em forma de chuva no município de João Pessoa (PB) é monitorada por dois órgãos públicos, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). Quatro são os postos pluviométricos distribuídos na área estudada, próximo as bacias hidrográficas. (Figura 5).

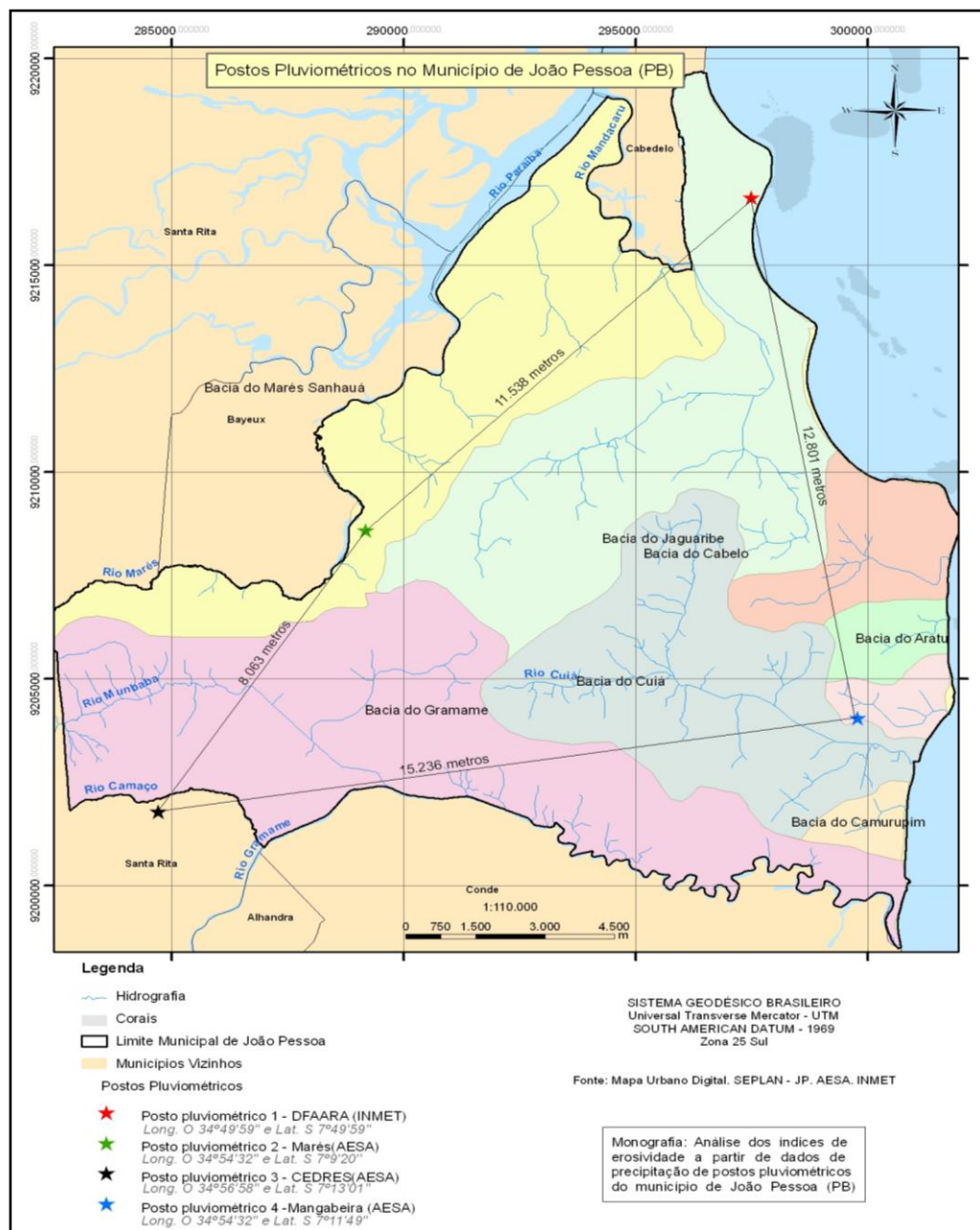


Figura 5. Mapa da localização dos postos pluviométricos no município de João Pessoa (PB).

Organização: Autor, 2013.

Dentre os postos pluviométricos, um é gerenciado pelo INMET e os demais pela AESA, são os seguintes: João Pessoa/DFAARA (INMET); João Pessoa/Marés (AESA); João Pessoa/CEDRES (AESA) e; João Pessoa/Mangabeira (AESA). O posto pluviométrico 1, João Pessoa/DFAARA (INMET), localiza-se a leste próximo ao litoral, dentro da área da bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe. O posto pluviométrico 2, João Pessoa/Marés (AESA), próximo ao Rio Marés e Rio Sanhauá, também na bacia hidrográfica Marés-Sanhauá, a sudoeste. O posto pluviométrico 3, João Pessoa/CEDRES (AESA) situa-se entre o Rio Camaço e o Rio Gramame, próximo a Bacia do Rio Gramame. O posto 4, João Pessoa/Mangabeira (AESA), localiza-se à leste nas proximidades do Rio Jacarapé e a oeste com o Rio Cuiá.

3.2. Análise dos dados de precipitação

3.2.1. Coleta de dados

A coleta de dados foi feita a partir de dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). Os dados conferem a uma série temporal entre os anos de 2002 e 2012, a fim de homogeneizar a série, relevando a importância do tema trabalhado, tendo em vista, ainda, a ausência de dados e o funcionamento dos postos pluviométricos. Os valores utilizados são expressos em milímetros de chuva coletados por pluviômetros do tipo “Ville de Paris” (Figura 6, 7, 8 e 9), instalados em cada posto pluviométrico.



Figura 6. Pluviômetro – DFAARA (INMET)

Fonte: INMET, 2013.



Figura 7. Pluviômetro – Marés (AESA)

Fonte: AESA, 2013.



Figura 8. Pluviômetro – CEDRES (AES A)

Fonte: AES A, 2013.



Figura 9. Pluviômetro – Mangabeira (AES A)

Fonte: Autor, 2013.

3.2.2. Tabulação de dados

Os dados foram organizados de forma a visualizar sua distribuição mensal em milímetros, pois estavam individualizados por dias. Dessa forma, foi feita a somatória (Σ) dos dias chuvosos a fim de encontrar a precipitação mensal e anual.

Posteriormente os dados foram trabalhados em tabela (APÊNDICE A), criada no Software “EXCEL 2007” de acordo com equação (4) proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1980):

$$EI = 67,355 (r^2/P)^{0,85} \quad (4)$$

Onde:

El = média mensal do índice de erosão; MJ. mm/ha.L;

r = precipitação média mensal em milímetros;

P = precipitação média anual em milímetros.

Dessa maneira, foram lançados os dados de precipitação média mensal em milímetros e a precipitação média anual em milímetros dos postos pluviométricos a fim de se chegar ao “EI” ou índice médio de erosão.

3.2.3. Mensuração de dados

A mensuração de dados foi calculada pelo Software “EXCEL 2007” onde foram criadas as tabelas e os gráficos como resultados deste trabalho. Para cada posto pluviométrico foi criada uma tabela com valores relativos às precipitações mensais, anuais e médias. Também foi criada uma tabela para cada posto pluviométrico com o índice médio de erosão (EI), ou seja, a energia cinética expressa em Megajoule-milímetro-de-chuva por hectare-litro, com os respectivos valores mensais, anuais e as médias.

Os gráficos com eixo principal e secundário foram gerados a partir da junção dos valores relativos à precipitação anual e do índice médio anual de erosão (EI) no período de 2002 e 2012, com representações em forma de colunas e linear. Devido à ausência de dados não foi possível obter determinados resultados relativos a precipitações e os índices médio de erosão para alguns postos pluviométricos gerenciados pela AESA (Mangabeira, Marés e CEDRES).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As precipitações e os índices médios de erosão consistem em entender a relação entre a quantidade de chuva e a energia cinética exercida em vários pontos da área estudada, existindo diferentes relações entre a chuva e seu potencial erosivo, a primeira representada em milímetros e a segunda, em Megajoule-milímetro-de-chuva por hectare-litro.

4.1. Médias mensais e anuais de precipitações dos postos pluviométricos

Posto Pluviométrico 1 – DFAARA (INMET)

No período de onze anos, o mês que apresenta a maior precipitação é o de junho do ano de 2003 com 626.2 mm. e o que apresenta a menor precipitação é o de dezembro de 2012 com 0,0 mm. Dessa forma, os meses de junho expressam as maiores precipitações, com valores inferiores somente para o mês de abril de 2009 com (540.4 mm.) e maio de 2011 (484.7 mm.). Ainda, em relação aos meses menos chuvosos destacam-se os meses de outubro,

novembro e dezembro com valores inferiores, e em um dos casos como no mês de dezembro de 2012 sem precipitação.

O ano mais chuvoso foi o de 2009 com uma precipitação de 2550,4 mm. e o ano menos chuvoso é o de 2006 com 1.122 mm. A partir desses valores percebe-se que existe uma disparidade em relação à distribuição diferenciada das chuvas para cada ano. A maior média de precipitação no período de onze anos ocorre no mês de junho com 429 mm. e a menor média no mês de novembro com 21 mm. A média de precipitação em onze anos corresponde a 1952 milímetros. (APÊNDICE B).

Posto Pluviométrico 2 – Marés (AES A)

Dos valores referentes aos anos estudados existe a ausência de dados relativos a alguns meses do ano de 2012. Dessa forma, o mês que apresenta o maior valor de precipitação é o de junho de 2007 com 599 mm. e o menor corresponde a novembro, este, sem precipitação. O mês de junho destaca-se como o mais chuvoso, seguido de abril em 2008 (349,9 mm.) e 2011 (518,5 mm.), julho de 2004 (352,1 mm.) e 2009 (408,1 mm.).

O ano mais chuvoso é o de 2009 com 2.098,6 mm. e o menos chuvoso é o de 2010 com 1.257,3 mm. Da mesma forma que nos outros postos pluviométricos existe incompatibilidade aos valores de precipitação anual. A maior média de precipitação é de 340 mm. em junho, e a menor média é de 26 mm. em dezembro. Não foi possível obter a média de precipitação para os últimos onze anos. (APÊNDICE C).

Posto Pluviométrico 3 – CEDRES (AES A)

Devido à ausência de dados entre 2002 e 2006, esse posto pluviométrico é segundo a AES A, o mais recente, passando a registrar valores pluviométricos a partir de 2007. Apresenta desde seu funcionamento, o mês de junho de 2007 como o mais chuvoso (596,3 mm.), não se impondo somente no mês de maio de 2008 (338,5 mm.).

Expressa ainda o ano de 2011 como o mais chuvoso (2.292,5 mm.) e o de 2012 como o menos chuvoso (1.530,2 mm.). Não foi possível calcular a maior e a menor média mensal de precipitação em onze anos, pelo motivo acima descrito. Mas, entre os seis últimos anos apresentou o mês de junho (356 mm.) com a maior média de precipitação enquanto o de

outubro como a menor média de precipitação (21 mm.). A média dos últimos seis anos é de 1.801 milímetros. (APÊNDICE D).

Posto Pluviométrico 4 – Mangabeira (AES A)

No período de onze anos houve a inexistência ou a ausência de dados de alguns meses em relação aos anos de 2008 e 2012. De acordo com os dados disponíveis, o mês que apresenta o maior valor de precipitação é o de junho de 2003 com 665,4 mm. e os que expressam menores valores são os meses de dezembro de 2004 e novembro de 2010 com valor igual a 1,2 mm. Dessa forma, o mês que lidera os altos valores de precipitação é o de junho, perdendo somente para o mês de maio de 2009 (563,9 mm.) e julho de 2011 (453,7 mm.). Os menores valores de precipitação são liderados pelo mês de novembro, seguido por dezembro e apresentando também valores inferiores nos meses de setembro de 2002 (9,2 mm.) e outubro de 2009 (sem precipitação).

O ano mais chuvoso foi o de 2003 com uma precipitação de 2.333,5 mm. e o ano menos chuvoso é o de 2010 com 962,2 mm. Esses valores demonstram que não existe padrão fixo quanto à distribuição das chuvas no decorrer dos anos. A maior média de precipitação mensal em onze anos corresponde a maio com 288 mm. e a menor média corresponde a janeiro com 103 mm. Devido à indisponibilidade dos dados não foi possível calcular a média de precipitação nos últimos onze anos. (APÊNDICE E).

4.2. Médias mensais e anuais de índices médios de erosão dos postos pluviométricos

Posto Pluviométrico 1 – DFAARA (INMET)

O mês que apresenta o maior índice médio de erosão é o de junho de 2003 com 5.878 MJ.mm/ha.L. Diferentemente dos meses com as menores médias novembro e dezembro de 2004 e 2012 com valor abaixo de 1 MJ.mm/ha.L. Em relação ao índice médio de erosão anual destaca-se o maior valor para o ano de 2009 com 13.559 MJ.mm/ha.L., enquanto o de menor valor é o ano de 2006 com 6.530 MJ.mm/ha.L., uma diferença de quase o dobro de energia cinética exercida. Dessa forma, a energia cinética é maior nos meses de junho, exceto em abril

de 2009 e maio de 2011. Os menores valores de EI mensais ocorrem nos meses de novembro, dezembro e outubro.

A maior média dos índices de erosão corresponde ao mês de junho com 3.454 MJ.mm/ha.L. e a menor média é no mês de novembro com apenas 29 MJ.mm/ha.L. Com a disposição de todos os dados no decorrer de onze anos tem-se o EI, ou índice médio de erosão, o valor de 10.878 MJ.mm/ha.L. nesse posto pluviométrico. (APÊNDICE F).

Posto Pluviométrico 2 – Marés (AESA)

Foi possível calcular a média entre 2002 e 2011 de cada “EI” mensal e anual, exceto em 2012, devido à ausência de dados. Dos dados disponíveis foram obtidos o maior valor “EI” mensal para abril de 2011 com 3.962 MJ.mm/ha.L. e o menor valor para novembro de 2004 com valor 0, sem energia cinética exercida. O ano que apresenta maior valor para o índice médio de erosão é 2011 com 12.150 MJ.mm/ha.L. e o de menor valor em 2010 com 7.181 MJ.mm/ha.L.

A maior média para o valor EI em dez anos, corresponde ao mês de junho expressando 2.722 MJ.mm/ha.L. e a menor média ao mês de novembro com 22 MJ.mm/ha.L. Durante o período anteriormente citado, a média para o índice médio de erosão atingiu o valor de 9.760 MJ.mm/ha.L. para esse posto pluviométrico. (APÊNDICE G).

Posto Pluviométrico 3 – CEDRES (AESA)

Esse posto pluviométrico possui dados de 2007 a 2012, como já foi citado antes. Dessa forma, o mês que apresenta maior valor de “EI” é junho de 2007 com 5.813 MJ.mm/ha.L. e o de menor valor é setembro de 2010, sem pontuação. Percebe-se que no decorrer de seis anos o mês de julho é o que aparece com maior frequência, seguido de junho e maio, com valores superiores aos outros meses. Em relação aos menos expressivos, destacam-se os meses de setembro de 2009 (zero), outubro de 2009 (1 MJ.mm/ha.L) e novembro de 2007 (25 MJ.mm/ha.L.) e 2009 (1 MJ.mm/ha.L.), com energia cinética baixa.

O ano que corresponde ao maior valor de EI é o de 2011 com 12.422 MJ.mm/ha.L. e o de menor valor é o de 2010 com 6.241 MJ.mm/ha.L. A maior média mensal ocorre no mês de junho com 2.856 MJ.mm/ha.L. e a menor em outubro com 25 MJ.mm/ha.L. Para a média do

índice médio de erosão entre 2007 e 2012 tem-se o valor de 9.954 MJ.mm/ha.L. (APÊNDICE H).

Posto Pluviométrico 4 – Mangabeira (AES A)

Por existir ausência de dados em 2008 e 2012, não foram obtidas as médias correspondentes aos onze anos, bem como, algumas médias mensais do El. O mês com maior valor de índice médio de erosão é junho de 2007 com 9.855 MJ.mm/ha.L. e o menor valor ocorre em abril de 2002 e outubro de 2009, ambos com valor igual a zero.

Os meses de junho apresentam as maiores médias, não sendo constante em abril de 2006 (8.087 MJ.mm/ha.L.), maio de 2009 (4.876 MJ.mm/ha.L.) e julho de 2011 (3.485 MJ.mm/ha.L.). Os meses que expressam médias inferiores continuam sendo os quatro últimos de cada ano (setembro, outubro, novembro e dezembro). (APÊNDICE I).

4.3. Comparativos anuais entre as precipitações e os índices médios de erosão

Posto Pluviométrico 1 – DFAARA (INMET)

Os dados completos refletem a relação das precipitações e dos índices médios de erosão (El) em onze anos, de forma que em 2002, 2008 e 2010, o El ficou abaixo dos valores de precipitação, indicando que as chuvas se comportaram de forma que não ofereceram capacidade de causar erosão.

Nos anos de 2004, 2009 e 2010, as chuvas foram proporcionalmente erosivas a medida de quantidade precipitada. Em relação aos valores chamativos, os anos de 2003, 2005, 2006, 2007, 2011 e 2012, enfatizam que determinadas quantidades de chuva tem um índice médio de erosão muito alto, ou seja, o potencial erosivo dessas chuvas, ou ainda, o poder erosivo, é o que chama atenção. (Figura 10).

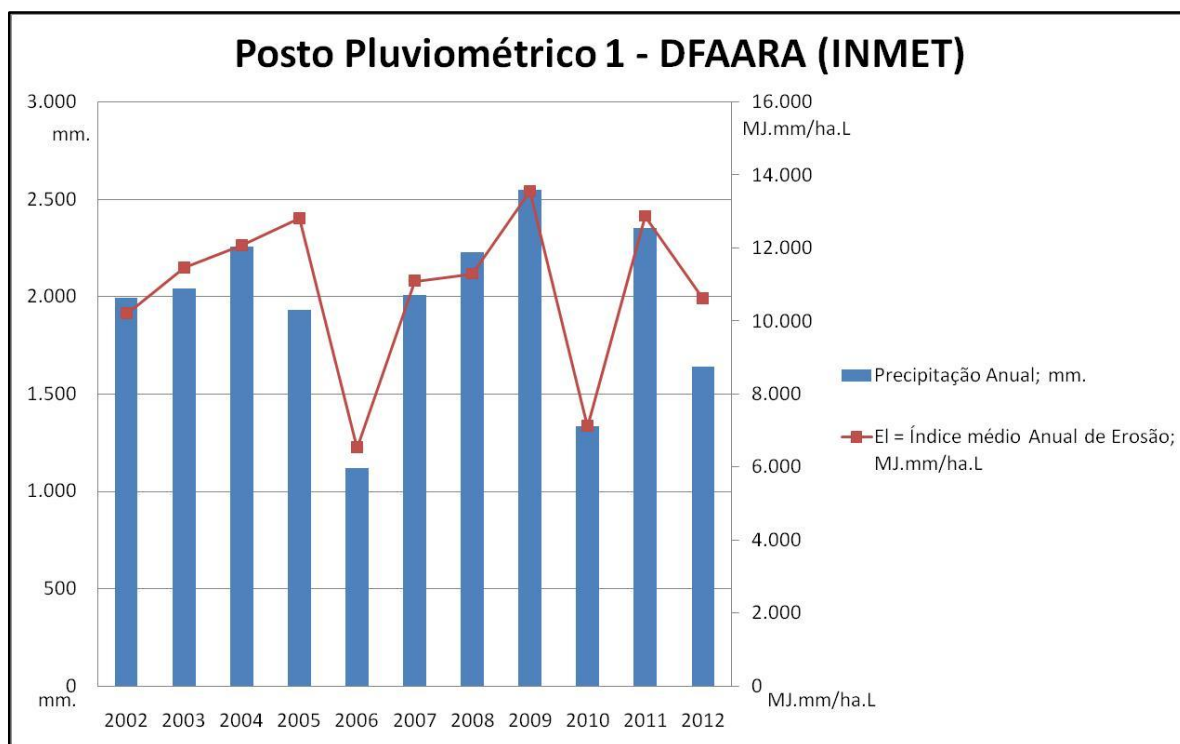


Figura 10. Precipitações e El anuais para o posto pluviométrico 1.

Organização: Autor, 2013.

Posto Pluviométrico 2 – Marés (AESA)

Os dados incompletos permitiram que se obtivessem resultados entre 2002 e 2011. Assim, os anos de 2002 e 2011, expressam índices médios de erosão ou erosividade, abaixo da quantidade precipitada, demonstrando que ocorreram chuvas sem capacidade erosiva. Nos anos de 2009 e 2010 ocorreram chuvas com potencial erosivo proporcional a quantidade precipitada.

Em relação aos anos com maiores índices médios erosivos destacam-se, 2003, 2004, 2005, 2006 e 2007, com chuvas consideradas erosivas. (Figura 11). De todos os postos pluviométricos, esse, é o que apresenta maior equilíbrio entre a precipitação e os índices El.

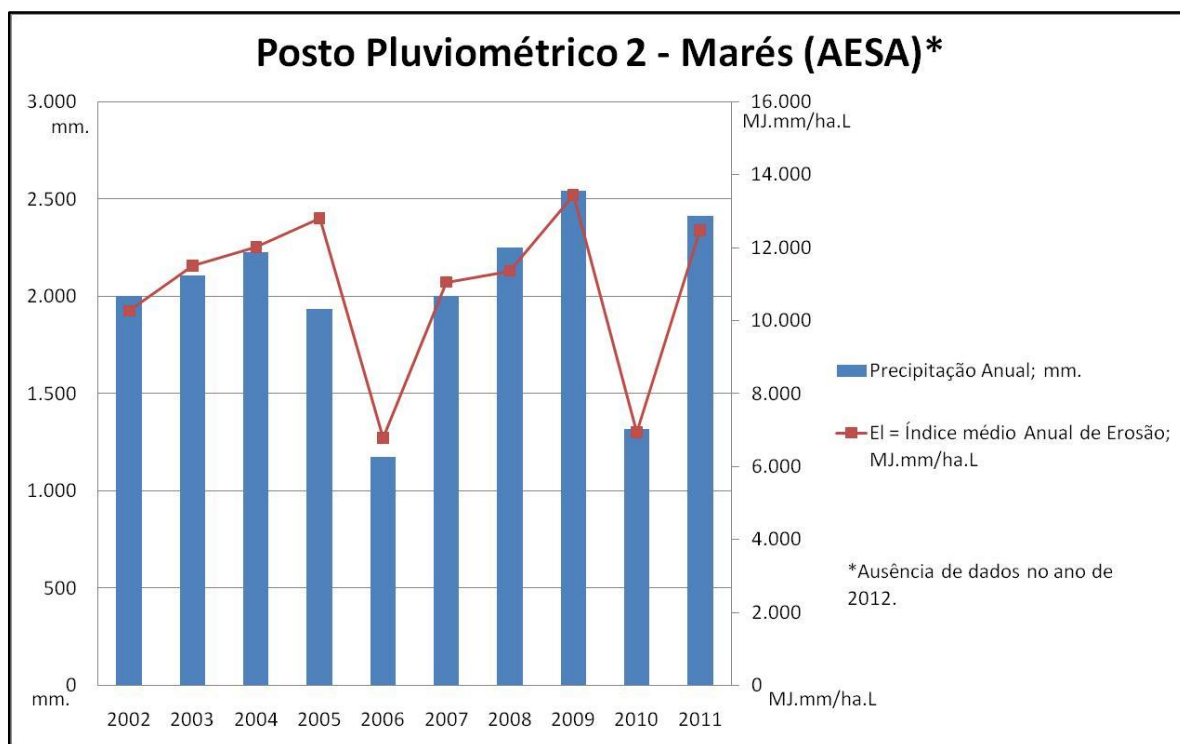


Figura 11. Precipitações e El anuais para o posto pluviométrico 2.

Organização: Autor, 2013.

Posto Pluviométrico 3 – CEDRES (AES A)

A indisponibilidade dos dados entre 2002 e 2006, se dá ao fato de seu funcionamento a partir de janeiro de 2007. Assim, os anos de 2008, 2009, 2010 e 2011, apresentaram valores de El abaixo da quantidade precipitada, indicando que não ocorreram chuvas com padrão erosivo.

Dada as precipitações e os índices médios de erosão, apenas em 2007 e 2012 ocorreram chuvas consideradas erosivas, ou seja, com energia cinética capaz de produzir erosão. (Figura 12).

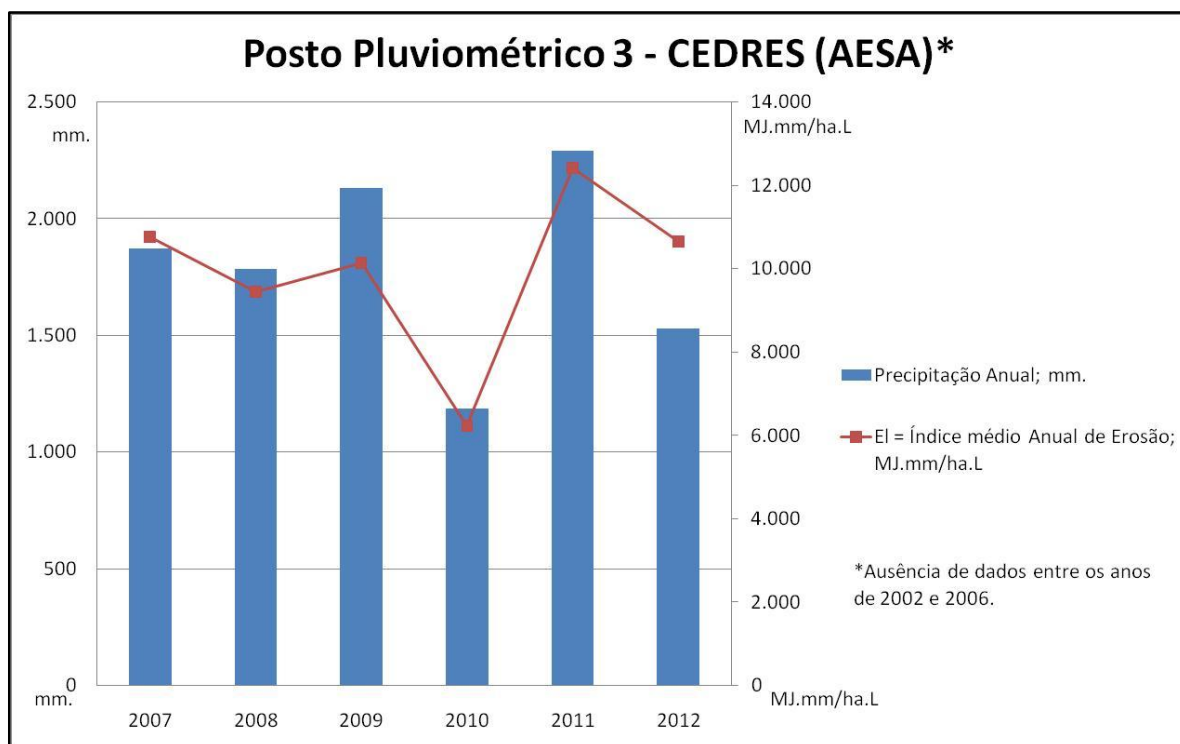


Figura 12. Precipitações e El anuais para o posto pluviométrico 3.

Organização: Autor, 2013.

Posto Pluviométrico 4 – Mangabeira (AESA)

Esse posto pluviométrico é o que apresenta resultados interessantes para discussão sobre a quantidade de chuva e sua capacidade de causar erosão. Expressa resultados nítidos, apesar da ausência de dados para os anos de 2002 e 2012. Os anos de 2003, 2004, 2005, 2009 e 2011, apresentam precipitações anuais acima de 1500 milímetros e chuvas sem capacidade erosiva. O El anual em 2006 e 2007 excede a quantidade de precipitação, diferentemente de 2010 com precipitação anual baixa e El inferior.

Cabe destacar dois dos oito anos analisados, o de 2007 e 2010, ambos com precipitação anual semelhantes. O primeiro apresenta 1103.2 milímetros de precipitação anual e índice médio de erosão anual de 23.468 MJ.mm/ha.L., e o segundo 962.2 milímetros de precipitação anual e índice médio de erosão anual de 5.806 MJ.mm/ha.L.

Sendo assim, percebe-se que não são as maiores precipitações que incidem uma maior erosividade e sim a energia cinética produzida pela individualidade de chuvas com alto poder erosivo. (Figura 13).

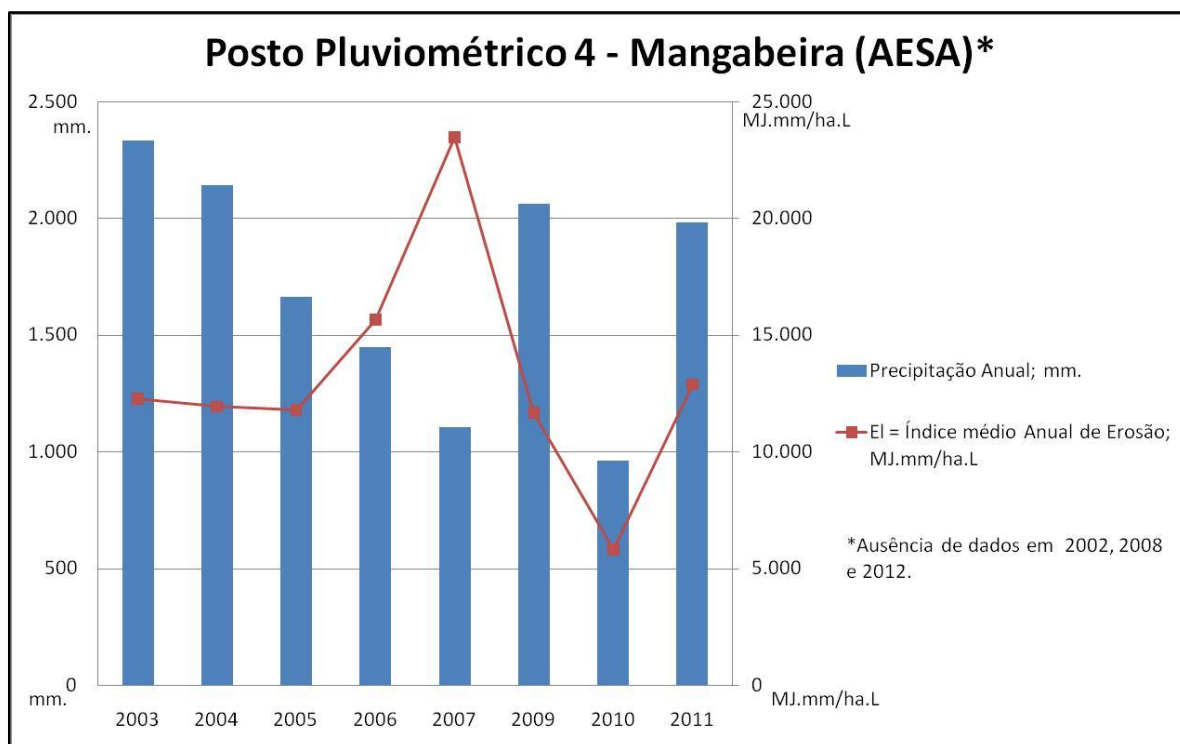


Figura 13. Precipitações e EI anuais para o posto pluviométrico 4.

Organização: Autor, 2013.

5. CONCLUSÃO

O problema da erosão dos solos é atuante em escala global, pois o seu uso e ocupação sem um planejamento adequado por parte do poder público pode desencadear risco a sociedade e a preservação dos recursos necessários ao equilíbrio ambiental.

É importante salientar que essa análise identificou onde e quais áreas estiveram mais suscetíveis à erosividade considerando solos desprotegidos (sem vegetação). Dessa forma, manter a vegetação é imprescindível, pois essa intercepta a energia cinética das chuvas erosivas.

A parte sul do município onde se localiza o posto pluviométrico de Mangabeira sujeitou-se a maior e também a menor erosividade anual. Os demais apresentaram similaridade quanto à energia cinética. De certo, implica que áreas próximas e desprovidas de vegetação estão mais suscetíveis a erosão, o que requer atenção dos órgãos competentes.

Foi elaborada pelo autor desse trabalho, uma tabela contendo informações dos tipos de solos próximos aos postos pluviométricos em relação a sua fragilidade de acordo com um dos autores já citados. (Tabela 2).

Tabela 2 – Fragilidade dos solos próximos aos postos pluviométricos. Organização: Autor, 2013.

Postos Pluviométricos	Tipos de Solos (próximos)	Fragilidade dos solos de acordo com Ross (2011).
DFAARA (INMET)	Areias Quartzosas Marinhas	Muito Forte
Marés (AESa)	Podzólico Vermelho- Amarelo	Forte
CEDRES (AESa)	Latossolo Vermelho- Amarelo Distrófico	Baixa
	Podzólico Vermelho- Amarelo	Forte
	Aluviais Eutróficos	Forte
Mangabeira (AESa)	Areias Quartzosas	Muito Forte
	Areias Quartzosas Marinhas	Muito Forte
	Aluviais Eutróficos	Muito Forte
	Podzólico Vermelho- Amarelo	Forte

Assim sendo, o comportamento das chuvas no decorrer dos últimos anos quando analisado, é valioso para a tomada de decisão da Defesa Civil, da gestão pública municipal,

estadual e federal. Pois existem muitas áreas do município em situação de risco ambiental, desmoronamentos, áreas degradadas e em recuperação, dentre outras importâncias para o planejamento urbano-ambiental.

Portanto, existe a necessidade de se fazer estudos mais apurados, principalmente em relação a outros fatores EUPS, como erodibilidade, declividade da encosta, uso e manejo do solo e as práticas conservacionistas.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. E. **Precipitações**. In: Hidrologia. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1972, p. 50-51.

ASSIS, A. D. **Geologia**. In: Atlas Geográfico do Estado da Paraíba. Governo do Estado da Paraíba. Secretaria de Educação. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: Grafset, 1985, p. – 22.

BERTONI, J. J.; LOMBARDI NETO, F.; **Conservação do solo**. 5. ed. São Paulo: Ícone, 2005, p. 248 – 267.

BOTELHO, R. G. M. **Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica**. In: Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 340 p.

CALASANS, N. A. R.; LEVY, M. C. T.; MOREAU, M. **Interrelações Entre Clima e Vazão**. In: Conceitos de Bacias Hidrográficas. 1. ed. Ilhéus: Editus, 2002, p. 67-90.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; PALMEIRA, A. F. **Intensidade Pluviométrica: Uma maneira de tratar dados pluviométricos para análise da vulnerabilidade de paisagens à perda de solo**. São José dos Campos, 2004. 30 p. INPE - 11237-RPQ/760.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. **Degradação Ambiental**. In: Geomorfologia e Meio Ambiente. 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2011, p. 337-380.

CUNHA, K. L. **Diagnóstico das Áreas Sucessíveis à Erosão na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu (Viscosa-MG) como Subsídio à Conservação do Solo e da Água.** Viscosa: UFV, 2006, p. - 14.

FELICIANO, M. L. M.; MÉLO, R. B. **Atlas do Estado da Paraíba – Informação Para Gestão do Patrimônio Natural [mapas].** ed. 1. João Pessoa: SEPLAN/IDEME, 2003, p – 58.

FONSECA, A. C. **Geoquímica dos Solos.** In: Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 340 p.

GUERRA, A. T. **O Início do Processo Erosivo.** In: Erosão e Conservação dos Solos. Conceitos, Temas e Aplicações. ed. 6. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, p. 17 – 55.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. **Erosão dos Solos.** In: Geomorfologia do Brasil. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p. 181-228.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário geológico-geomorfológico.** 9. ed. 9. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 648 p.

IBGE. Manual Técnico de Pedologia. **Manuais técnicos em geociências divulga os procedimentos metodológicos utilizados nos estudos e pesquisas de geociências.** 2 ed. Rio de Janeiro, n.04, 2007, p. - 31.

INMET. **Normais climatológicas do Brasil / 1961-1990.** p. - 6. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/webcdp/climatologia/normais/imagens/normais/textos/apresentacao.pdf>. Acesso em: 06 set. 2013.

LIMA, A. G. M. **Relevo.** In: Atlas Geográfico do Estado da Paraíba. Governo do Estado da Paraíba. Secretaria de Educação. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: Grafset, 1985, p. – 26.

LIMA, E. R. V. Erosão do Solo: Fatores Condicionantes e Modelagem Matemática. **Cadernos do LOGEPA**, ano 2, n. 01, 2003. 46 p.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. **Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3., Recife, 1980. Anais. 13 p.

MAFRA, N. M. C. **Erosão e Planificação de Uso do Solo.** In: Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 340 p. In: Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 340 p.

MELO, A. S. T.; SILVA, N. J. **Solos.** In: Atlas Geográfico do Estado da Paraíba. Governo do Estado da Paraíba. Secretaria de Educação. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: Grafset, 1985, p. – 32.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia, noções básicas de climas no Brasil.** 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, p. 66-71.

MOREIRA, Emília de Rodat F. **O Espaço Natural Paraibano.** João Pessoa: DGEOC, 2006 (mimeo). p. – 12.

OLIVEIRA, M. A. T. **Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas.** In: Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 340 p.

PALMIERI, F.; LARACH, J.O.I. **Pedologia e Geomorfologia.** In: Geomorfologia e Meio Ambiente. 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2011, p. 59-122.

PEDRO, F. G.; LORANDI, R. Potencial Natural de Erosão na Área Periurbana de São Carlos – SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, São Carlos, n.56/01, 2004.

Prefeitura Municipal de João Pessoa - PMJP. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica**. João Pessoa: F e A Gráfica e editora, 2012, p. - 41.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia Aplicada aos EIAs-RIMAS**. In: Geomorfologia e Meio Ambiente. 10. ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2011, p. 291-336.

SALOMÃO, F. X. T. **Controle e Prevenção de Processos Erosivos**. In: Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 340 p.

SILVA, V.; ADELMO, M. **Meteorologia e Climatologia**. Brasília: INMET, Gráfica e editora Pax, 2001, p -390.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. ed. 9. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Tabela para cálculos dos índices médios de erosão no “EXCEL 2007”

Índice Médio de Erosão						
Mês	Precipitação mensal = R	Preipitação Anual = P	R ²	(R ² /P)	(R ² /P) ^{0,85}	Índice médio de erosão = EI
Janeiro	1	2	1	0,5	0,55478474	37,3675259
Fevereiro	1	2	1	0,5	0,55478474	37,3675259
Março	1	2	1	0,5	0,55478474	37,3675259
Abril	1	2	1	0,5	0,55478474	37,3675259
Maio	1	2	1	0,5	0,55478474	37,3675259
Junho	1	2	1	0,5	0,55478474	37,3675259
Julho	1	2	1	0,5	0,55478474	37,3675259
Agosto	1	2	1	0,5	0,55478474	37,3675259
Setembro	1	2	1	0,5	0,55478474	37,3675259
Outubro	1	2	1	0,5	0,55478474	37,3675259
Novembro	1	2	1	0,5	0,55478474	37,3675259
Dezembro	1	2	1	0,5	0,55478474	37,3675259

Organização: Autor, 2013.

**APÊNDICE B – Tabela para valores de precipitações mensais, anuais e médias (mm.) –
Posto Pluviométrico 1 - DFAARA (INMET)**

Meses	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Média
J	179.4	51.3	283.7	37.4	10.8	33.8	80.6	57.7	120.2	223	186.2	114
F	142.7	252.9	182.8	58.9	17.8	166.1	7.8	260.6	76.9	221.1	141.9	139
M	251	275	158.8	106.6	85.3	198.1	299.3	129.8	30.9	66.2	71	152
A	190.4	206.7	133.9	125.4	200.9	234.3	313.5	540.4	175.1	427.4	46.6	235
M	256	212.6	312	545.5	156.4	239.5	335.7	521.2	105.7	484.7	216.5	307
J	470.8	626.2	482.2	575.3	270.5	573.7	397.4	303.9	250.5	228.3	540.7	429
J	262.3	96.3	475.8	154.2	129.1	143.6	283.5	447	241.4	404.9	290.5	266
A	138.9	106.5	162.5	215.8	105.5	273.3	318	122.3	189	204.9	81.1	174
S	15.4	97.2	27.9	63.6	53.1	73	86.7	77.1	92.4	32.4	36.7	59
O	43.1	36.3	27.4	24.6	9.5	32.7	44.2	19.4	16	9.0	30.5	26
N	35.9	15.4	5.8	3.3	42.1	34	5	45.8	5.5	44.9	1.8	21
D	10.8	65.5	5.1	21.2	41.6	8.2	57.7	25.2	29.7	8.4	0.0	24
Total	1996.7	2041.9	2257.9	1931.8	1122.6	2010.3	2229.4	2550.4	1333.3	2355.2	1643.5	1.952

Organização: Autor, 2013.

**APÊNDICE C – Tabela para valores de precipitações mensais, anuais e médias (mm.) –
Posto Pluviométrico 2 – Marés (AESA)**

Meses	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012*	Média*
J	156.8	44.6	286.5	14.6	7.7	71.2	85	175.8	218.4	177.3	240.5	112
F	99.6	280.8	129.2	82.3	42.5	224.5	9.4	237.5	98.5	222.6	145.8	142
M	263.4	322.9	88.4	106.2	125.3	206.5	243.9	144.8	29.1	49.4	41.6	147
A	137.8	171.7	115.2	152.7	254.3	279.7	349.9	272.3	164.3	518.5	x	x
M	232.5	179.9	270	380.7	136.1	164.8	345.3	399.9	49.0	358.1	x	x
J	447.2	425.7	346.9	420.3	314.9	599.7	309.3	207.9	269.3	203.9	198.1	340
J	125	148.7	352.1	85.1	125.1	104.6	244.1	408.1	159.5	433.3	x	x
A	153.2	84.4	90.5	208.3	136.9	232.7	260.0	121.5	186.3	174.4	45.3	153
S	3.7	58.7	31.9	63.5	55.6	78.7	72.9	53.2	40.2	20.2	x	x
O	32.1	48	14.2	20.3	16.8	26.5	48.4	4	13.1	20	x	x
N	21.5	19.4	0.0	3.4	36.4	29.7	4.5	35.2	7.1	27	0.1	184
D	13.1	76.8	5.5	26.1	28.8	16.9	34.6	38.4	22.5	22	5.6	26
Total	1685.9	1861.6	1730.4	1563.5	1280.6	2035.5	2007.3	2098.6	1257.3	2226.7	x	x

*Ausência de dados mensais no ano de 2012, impossibilitando algumas médias.

Organização: Autor, 2013.

**APÊNDICE D – Tabela para valores de precipitações mensais, anuais e médias (mm.) –
Posto Pluviométrico 3 – CEDRES (AESA)**

Meses	2002*	2003*	2004*	2005*	2006*	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Média
J	X	X	X	X	X	76.3	65.6	192.6	164.8	151.7	235.8	147
F	X	X	X	X	X	222.4	16.0	197.8	65.5	171.6	159.9	138
M	X	X	X	X	X	152.7	308.8	190.0	36.1	72.7	54.0	135
A	X	X	X	X	X	239.2	236.0	223.7	100.4	447.3	35.4	213
M	X	X	X	X	X	103.0	338.5	340.7	61.4	348.7	98.6	215
J	X	X	X	X	X	596.3	275.2	267.1	228.3	242.4	528.8	356
J	X	X	X	X	X	112.5	175.8	385.3	158.2	551.9	302.4	281
A	X	X	X	X	X	210.0	216.5	206.6	196.8	198.4	58.7	181
S	X	X	X	X	X	75.8	80.4	57.4	49.5	0.0	23.9	47
O	X	X	X	X	X	24.5	36.3	1.7	22.7	19.0	23.8	21
N	X	X	X	X	X	25.4	5.3	44.1	10.9	47.8	2.4	22
D	X	X	X	X	X	37.7	32.5	28.6	96.0	41.0	6.5	40
Total	X	X	X	X	X	1875.8	1786.9	2135.6	1190.6	2292.5	1530.2	1801

*Ausência de dados entre 2002 e 2006.

Organização: Autor, 2013.

**APÊNDICE E – Tabela para valores de precipitações mensais, anuais e médias (mm.) –
Posto Pluviométrico 4 – Mangabeira (AESa)**

Meses	2002*	2003	2004	2005	2006	2007	2008*	2009	2010	2011	2012*	Média*
J	95.9	95.8	251.6	53.6	9	49.4	95.4	83.4	137.9	90.8	173.6	103
F	121.2	308.8	126.4	28.4	2.4	301.5	38.2	247.3	39.2	165.6	107.5	135
M	291	310.2	140.8	36.8	124.2	298.6	392.8	180	35.1	80.8	77.2	178
A	x	204	109.5	58.2	201.3	280.4	379.7	342	133.6	413.6	18.6	x
M	269.7	229.6	314.4	464.9	251	257.4	374.8	563.9	17.5	285.4	145.8	288
J	577.9	665.4	511	498.9	357.9	623.8	x	151.2	210.4	195.5	572.3	x
J	299.9	169.5	457	138.4	223	112.4	x	299.3	167.1	453.7	279.3	x
A	151.4	133.6	147.4	279.1	154.4	260.8	x	112.8	122.8	212.3	68.9	x
S	9.2	92.3	43.1	58.8	56.8	77.2	x	54.4	74	22	x	x
O	27.8	40.4	34.6	28.2	10	2.4	x	0.0	10.2	22	x	x
N	33.2	13.2	5.8	7.8	55.6	10.6	x	3.2	1.2	18.6	x	x
D	16.8	70.7	1.2	10.8	4.2	16	x	25.2	13.2	22.4	x	x
Total	x	2333.5	2142.8	1663.9	1449.8	1103.2	x	2062.7	962.2	1982.7	x	x

*Ausência de dados mensais nos anos de 2002, 2008 e 2012, impossibilitando as médias.

Organização: Autor, 2013.

**APÊNDICE F – Tabela para índices médio de erosão mensais, anuais e médias em
MJ.mm/ha.L. – Posto Pluviométrico 1 – DFAARA (INMET)**

Meses	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Média
J	715	83	1.401	51	9	41	162	84	510	900	899	441
F	484	1.258	665	110	22	624	3	1.096	238	887	566	541
M	1.266	1.451	523	303	329	841	1.555	335	50	114	174	631
A	791	893	391	400	1.414	1.119	1.682	3.787	967	2.719	85	1.295
M	1.309	936	1.651	4.873	924	1.162	1.890	3.561	410	3.368	1.162	1.931
J	3.689	5.878	3.461	5.334	2.346	5.132	2.518	1.423	1.778	936	5.507	3.454
J	1.364	243	3.383	568	667	487	1.418	2.743	1.670	2.481	1.915	1.539
A	463	289	544	1.007	473	1.455	1.723	302	1.101	779	218	759
S	11	247	27	126	147	154	189	138	326	33	56	132
O	63	46	26	25	7	39	60	13	16	3	41	30
N	46	10	1	1	99	42	1	57	2	59	0	29
D	6	126	1	19	97	3	94	20	47	3	0	37
Total	10.207	11.460	12.074	12.817	6.530	11.099	11.295	13.559	7.115	12.882	10.623	10.878

Organização: Autor, 2013.

**APÊNDICE G – Tabela para índices médio de erosão mensais, anuais e médias em
MJ.mm/ha.L. – Posto Pluviométrico 2 – Marés (AESA)**

Meses	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012*	Média*
J	657	71	1.790	12	4	146	200	662	1.481	639	x	566
F	303	1.626	462	234	90	1.030	4	1.104	382	941	x	617
M	1.587	2.062	242	361	567	894	1.200	476	48	72	x	751
A	527	704	380	669	1.888	1.497	2.217	1.394	912	3.962	x	1.415
M	1.283	762	1.619	3.165	652	609	2.168	2.679	116	2.111	x	1.516
J	3.903	3.299	2.479	3.744	2.716	5.476	1.798	881	2.114	810	x	2.722
J	447	551	2.542	247	565	281	1.202	2.773	868	2.920	x	1.240
A	631	210	252	1.135	659	1.095	1.338	353	1.130	621	x	742
S	1	113	42	150	142	173	154	86	83	15	x	96
O	44	80	10	21	18	27	76	1	12	15	x	30
N	22	17	0	1	69	33	1	43	4	26	x	22
D	9	179	2	33	46	12	43	49	31	18	x	42
Total	9.414	9.674	9.820	9.772	7.416	11.273	10.401	10.501	7.181	12.150	x	9.760

***Observação: Ausência de dados em 2012. Médias entre 2002 e 2011.**

Organização: Autor, 2013.

**APÊNDICE H – Tabela para índices médio de erosão mensais, anuais e médias em
MJ.mm/ha.L. – Posto Pluviométrico 3 – CEDRES (AESA)**

Meses	2002*	2003*	2004*	2005*	2006*	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Média
J	X	X	X	X	X	176	142	762	961	478	1.427	658
F	X	X	X	X	X	1.087	12	797	200	589	737	570
M	X	X	X	X	X	573	1.979	745	72	136	116	604
A	X	X	X	X	X	1.230	1.253	983	413	3.006	56	1.157
M	X	X	X	X	X	293	2.313	2.010	179	1.969	324	1.181
J	X	X	X	X	X	5.813	1.627	1.329	1.672	1.061	5.635	2.856
J	X	X	X	X	X	341	759	2.478	896	4.298	2.179	1.825
A	X	X	X	X	X	986	1.082	859	1.299	754	134	852
S	X	X	X	X	X	174	200	97	124	0	29	104
O	X	X	X	X	X	25	51	1	33	13	28	25
N	X	X	X	X	X	27	1	62	9	67	1	28
D	X	X	X	X	X	53	43	29	383	51	3	94
Total	X	X	X	X	X	10.778	9.462	10.152	6.241	12.422	10.669	9.954

***Ausência de dados entre 2002 e 2006.**

Organização: Autor, 2013.

**APÊNDICE I – Valores para índices médio de erosão mensais, anuais e médias em
MJ.mm/ha.L. – Posto Pluviométrico 4 – Mangabeira (AESa)**

Meses	2002*	2003	2004	2005	2006	2007	2008*	2009	2010	2011	2012*	Média*
J	258	215	1.197	107	5	132	x	189	850	226	x	x
F	384	1.577	371	36	1	2.863	x	1.201	100	628	x	x
M	1.703	1.589	446	56	502	2.816	x	699	83	185	x	x
A	x	779	291	123	8.087	2.531	x	2.084	806	2.977	x	x
M	1.496	953	1.748	4.216	1.662	2.188	x	4.876	25	1.584	x	x
J	5.466	5.818	3.993	4.755	3.038	9.855	x	520	1.744	833	x	x
J	1.792	569	3.302	545	1.359	535	x	1.661	1.179	3.485	x	x
A	560	379	482	1.770	727	2.237	x	316	698	958	x	x
S	4	202	59	125	132	282	x	91	295	20	x	x
O	31	49	41	35	6	1	x	0	10	20	x	x
N	42	7	1	4	128	9	x	1	1	15	x	x
D	13	128	1	7	1	19	x	24	15	2	x	x
Total	x	12.265	11.932	11.779	15.648	23.468	x	11.662	5.806	10.933	x	x

***Ausência de dados mensais nos anos de 2002, 2008 e 2012, impossibilitando as médias.**

Organização: Autor, 2013.